Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über phyllometrische Werthe als Mittel zur Charakteristik der Pflanzenblätter.

Von Dr. **A. Pokorny.**

(Mit 2 Holzschnitten und 2 Tafeln.)

Eine eingehendere Betrachtung der Blattformen der Pflanzen kann sich mit der üblichen Bezeichnung derselben ihrer grossen Unbestimmtheit wegen nicht begnügen, sondern erfordert schärfere Methoden, um organische Flächenformen, wie sie in den meisten Pflanzenblättern vorliegen, in ihren Eigenthümlichkeiten aufzufassen, zu bezeichnen und untereinander vergleichbar zu machen.

Will man aber an die Stelle einer beiläufigen, auf subjectiver Schätzung beruhenden Bezeichnung einer gegebenen Blattform einen bestimmten, allgemein und objectiv feststellbaren Ausdruck setzen, so ist dies, abgesehen von graphischen Darstellungen durch Zeichnungen, Photographien, Abdrücken u. dgl. nur durch directe Messungen mit jedem beliebigen Grad der Genauigkeit und bis in das kleinste Detail ausführbar. Es wird sich daher zunächst darum handeln, eine bestimmte gegebene Blattform durch Masswerthe empirisch zu charakterisiren, so dass für dieselbe ein genauer Ausdruck gefunden wird, der nicht nur geeignet ist, eine richtige Vorstellung von der betreffenden Form zu geben, sondern selbst gestattet, dieselbe geometrisch zu construiren. Um aber verschiedene, auf diese Weise empirisch durch Masse festgestellte Blattformen untereinander vergleichbar zu machen, ist es nothwendig, sie auf eine gleiche Masseinheit zu bringen oder die empirisch gefundenen Werthe in isometrische zu verwandeln.

Wie dies nun auf möglichst einfache Weise bei Pflanzenblättern durchzuführen ist, soll im Folgenden gezeigt werden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

I. Empirische Blattwerthe.

Da die Blattform hauptsächlich durch den Umriss der Blattspreite gegeben ist, so handelt es sich zunächst um die Feststellung der Ortslage eines Punktes im Blattumriss. Hier lässt sich nun jeder Punkt seiner Lage nach vollkommen genau durch ein rechtwinkliges Coordinatensystem bestimmen, dessen Ordinate naturgemäss der Primärnerv oder bei mehreren Primärnerven der Mediannerv des Blattes, dessen Abscisse die Entfernung des Punktes der Peripherie vom Primärnerv ist. Durch die Bestimmung der Ortslage möglichst vieler Punkte der Peripherie ergibt sich die ganze Curve des Blattumrisses und damit die Blattform selbst.

Bei der Anwendung dieses Verfahrens hängt es von dem Zweck der Untersuchung ab, wie weit man hiebei in das Detail einzugehen hat. Während man in manchen Fällen die Punkte der Peripherie von Millimeter zu Millimeter, oder bei sehr grossen Blättern wenigstens von Centimeter zu Centimeter festsetzen wird, genügt in der grossen Mehrzahl der Fälle die Bestimmung einer weit geringern Zahl von Punkten, die sich aus rasch ausführbaren wenigen Messungen ergibt. Sehr vortheilhaft sind hiebei Netze von Quadratmillimetern auf durchsichtigem Stoff, wie Pauspapier, Horn, Glas u. dgl., welche man einfach auf die Blätter passend auflegt, um sogleich die Ortslage eines jeden Punktes ablesen zu können.

Einige Schwierigkeiten der Messung bei gewissen Blattformen beheben sich bei näherer Betrachtung von selbst. So ist die Länge des Primärnervs nur bei allen oben und unten spitz zulaufenden Blättern gleichzeitig identisch mit der Ordinaten- oder Längsaxe des Blattes. Bei allen am Grunde oder an der Spitze ausgerandeten oder ausgebuchten Blattformen muss die Richtung des Primärnervs verlängert werden, um als Längsaxe für das ganze Blatt zu dienen. Die Endpunkte der Längsaxe werden sodann durch die äussersten am Grunde oder an der Spitze des Blattes von der Peripherie aus gefällten Abscissen bestimmt. Man bekommt dadurch die wahre Länge des Blattes, welche die Länge des Primärnervs um ein genau bestimm-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.

bares Stück übertrifft, welches zugleich das Mass der Ausrandung oder Ausbuchtung ist.

Bei gebogenen Primärnerven wird am passendsten die Sehne, in manchen Fällen auch die Tangente des Primärnervs als Längsaxe benützt und die Krümmung des Primärnervs gleich der Curve des Blattumrisses festgestellt. Ebenso ist der Blattumriss bei allen tiefer gelappten, eingeschnittenen oder zusammengesetzten Blättern dadurch zu ergänzen, dass man die Endpunkte der grössern Lappen, Abschnitte und Blättchen miteinander durch gerade Linien verbindet und dadurch einen annähernd richtigen Umriss der entsprechenden ganzen oder ungetheilten Blattform sich verschafft. Man hat sodann diese letztere als die wahre, von der gegebenen empirischen Blattform zu unterscheiden und ebenso die wahre Breite, gegeben durch die Abscissen des wahren Umrisses, von der empirischen, welche man durch die Abscissen des eigentlichen Blattrandes erhält.

Bei allen gestielten Blättern ist noch die Länge und Richtung des Blattstieles, obgleich nicht zur eigentlichen Blattform gehörig, als ein wichtiges Merkmal zu ermitteln. Weicht die Richtung des Blattstieles von der Längsaxe des Blattes ab, so kann auch diese Abweichung durch die entsprechenden Abscissen näher bestimmt werden. Um endlich alle Blätter in Bezug auf rechte und linke Blatthälfte gleichmässig zu bezeichnen, lege man das Blatt auf die obere Blattfläche, und nehme die Messung an der untern Blattfläche vor, weil hier die Nervation besser hervortritt. Zuerst wird die Länge des Blattes und Blattstieles, projicirt an der Längsaxe des Blattes gemessen, wobei man stets vom Grunde des Blattes ausgeht und die Zählung beginnt. Bei allen symmetrischen Blättern und bei summarischen Messungen wird es genügen, in verschiedener Höhe der Längsaxe den ganzen Breitendurchmesser des Blattes auf einmal zu erheben, um dadurch zwei entgegengesetzte Punkte der Peripherie zu gewinnen. Bei stark unsymmetrischen Blättern und bei genauen Messungen wird aber für jeden Punkt der Längsaxe die entsprechende Abscisse der linken und rechten Blatthälfte abgesondert zu ermitteln sein.

Um nun die gefundenen Werthe in einer bequemen Form übersichtlich und leicht vergleichbar darzustellen, genügt es,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dieselben, durchaus in Millimeter ausgedrüekt, in einer Formel zu vereinigen, welche in Bruchform angeschrieben als Zähler die Abseissen oder Breiten, als Nenner die entspreehenden Ordinaten oder Längen enthält. Der Zähler wird bei Angabe der ganzen Breite aus einer einfachen Zahl, bei getrennten Angaben der links- und reehtsseitigen Abseisse aus zwei Summanden bestehen. Man beaehte ferner, dass die links stehende Zahl sodann aueh die linke Blatthälfte, das Blatt von der Unterseite aus betrachtet, bezeiehnet, und ebenso die reehts stehende Zahl die reehte Blatthälfte. Eine solehe empirisehe Blattformel kann selbstverständlich nach Bedarf und nach Massgabe der vorliegenden Messungen beliebig erweitert oder reduciert werden. Beispielsweise lautet die empirisehe Blattformel für ein Blatt von *Fagus sylvatica* L. (abgedruekt in A. Pokorny's Österreichs Holzpflanzen, Tab. 11, Fig. 132) auf Grund von 9 gemessenen Breitedurehmessern, wie folgt:

(Formel I.)

$$\text{Breite } \frac{1+1}{0} \cdot \frac{14+11}{10} \cdot \frac{22+20}{20} \cdot \frac{25+24}{30} \cdot \frac{25+25}{40} \cdot \frac{21+22}{50} \cdot \frac{14+16}{60} \cdot \frac{3+3\cdot5}{70} \cdot \frac{0}{73}$$
$$\text{Länge}$$

oder kürzer, in ganzen Breitedurehmessern ausgedrückt:

Formel II.)

$$\text{Breite } \frac{2 \cdot 25 \cdot 42 \cdot 49 \cdot 50 \cdot 43 \cdot 30 \cdot 6\cdot5 \cdot 0}{0 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 40 \cdot 50 \cdot 60 \cdot 70 \cdot 73}$$
$$\text{Länge}$$

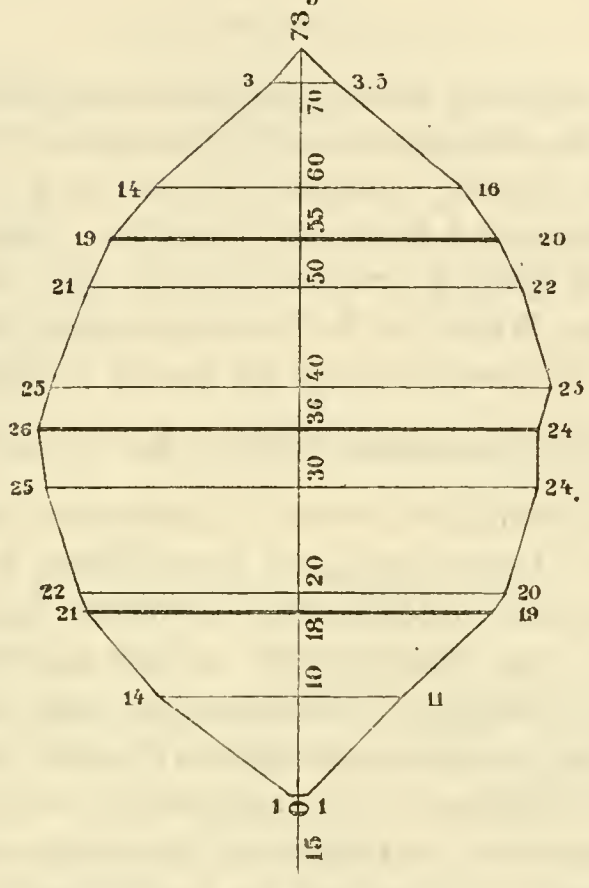
Es ist dies also ein Blatt, welches vom Grunde aus gereehnet in einer Höhe von 0, 10, 20, 30 Mm etc., eine Breite von 2, 26, 43, 50 Mm. etc., genauer linksseitig 1, 14, 22, 25 Mm. etc., reehtsseitig 1, 11, 20, 24 Mm. etc. hat. (Siehe Fig. 1.)

Ebenso liessen sieh, wenn nöthig, für jeden Millimeter Höhe dieses 73 Mm. langen Blattes die entsprechenden Breiten bestimmen. Die phyllometrisehe Betrachtung von mehreren Hunderten Pflanzenblätter hat aber gelehrt, dass es im Allgemeinen zur Beurtheilung einer Blattform genügt, nebst der Länge des Blattes die Breite am Grunde, an der Spitze, in der Blatthälfte und im 1. u. 3. Blattviertel zu bestimmen. Da die meisten Blätter oben und unten spitz zulaufen, also hier die Breite 0 haben, so sind in der Regel die drei Durehmesser in der Blatthälfte und

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

am Ende des 1. u. 3. Blattviertels zur Charakteristik der Blattform ausreichend, wodurch sich die Blattformel bedeutend redu-

Fig. 1.



Blatt von *Fagus sylvatica* L. Nach empirischen Blattwerthen construirt.

cirt. Die Blattformel des obigen Buchenblattes für die genannten Normalbreiten lautet:

(Formel III.)

$$\text{Breite } \frac{1+1 \;.\; 21+19 \;.\; 26+24 \;.\; 19+20 \;.\; 0}{\text{Länge } 0 \;.\; 18 \;.\; 36 \;.\; 55 \;.\; 73} \text{ oder}$$

(Formel IV.) abgekürzt

$$\text{Breite } \frac{2 \;.\; 40 \;.\; 50 \;.\; 39 \;.\; 0}{\text{Länge } 0 \;.\; 18 \;.\; 36 \;.\; 55 \;.\; 73}$$

Wenn man von allen Blättern dieselben Cardinalpunkte am Grunde, im 1., 2., 3. u. 4. Blattviertel (an der Spitze) nimmt und die Breitendurchmesser an diesen Punkten B_0, B_1, B_2, B_3 und B_4 nennt, die ganze Länge des Blattes mit L und die Länge des Blattstieles mit P bezeichnet, so lautet die empirische abgekürzte

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Formel eines Pflanzenblattes $EF = P \,.\, L \,.\, B_0 \,.\, R_1 \,.\, B_2 \,.\, B_3 \,.\, B_4$, für obiges Blatt also

(Formel V.)

$$15 \,.\, 73 \,.\, 2 \,.\, 40 \,.\, 50 \,.\, 39 \,.\, 0.$$

Bei allen oben und unten spitz zulaufenden Blättern ist B_0 und $B_4 = 0$, bei allen sitzenden überdiess noch $P = 0$ und die Formel nimmt die noch einfachere Gestalt von $L \,.\, B_1 \,.\, B_2 \,.\, B_3$ an, zu deren Bestimmung 4 Messungen hinreichen. Umgekehrt lässt sich die Formel beliebig erweitern, indem man, wo nöthig für jeden beliebigen Werth von L die entsprechende Breite B einsetzen kann. Es geschieht dies am besten in Bruchform, wie oben $\frac{Bn}{Ln}$, oder als angezeigter Quotient $Bn : Ln$, wobei man die für Bn und Ln gefundenen Werthe in Millimetern setzt.

Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass durch die mit wenigen Messungen zu erzielende Bestimmung der Ortslage der Cardinalpunkte eine Blattform sich in den meisten Fällen mit hinreichender Genauigkeit charakterisiren lässt und dass in jedem Falle durch weitere an geeigneten Punkten vorgenommene Messungen die Blattform mit jedem beliebigen Grad der Genauigkeit durch Masswerthe vervollständigt bezeichnet werden kann. Beschränkt man sich bloss auf die Cardinalpunkte, deren es 8—10 gibt, so verwandeln sich die Blätter in eingeschriebene oder umgeschriebene Polygone, welche nach den zwischen den Cardinalpunkten liegenden 4—6 Richtungen (der Längsaxe und 3—5 Breitedurchmessern oder Queraxen) in Ausdehnung und Lage vollkommen mit dem gemessenen Blatte übereinstimmen und daher sehr genaue Anhaltspunkte zur Beurtheilung seiner Form geben. Zeigt sich irgendwo noch eine beträchtlichere Abweichung der Blattform von diesen Polygonen, so ist durch Messung der abweichendsten Punkte Gelegenheit zu einer weiteren Präcisirung der Form geboten und kann bei hinreichend weit fortgesetzten Messungen zur Feststellung der Blatteurve bis zu jedem beliebigen Grad der Annäherung führen.

Beispielsweise mögen hier noch die abgekürzten empirischen Formeln der in A. Pokorny's Österreichs Holzpflanzen p. 433 abgedruckten Pflanzenblätter angeführt werden:

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Empirische Blattwerthe.

Blätter von	P	L	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
Taxus baccata L.	1	26	1·8	2·1	2·4	1·9	—
Hippophaë rhamnoides L.	2	42	1·0	5·0	5·0	4·0	—
Elacagnus angustifolia L.	7	54	1·0	7·0	7·5	5·5	—
Cornus mas L.	7	56	—	26	28	16	—
Rhamnus Frangula L.	11	55	—	30	36	30	—
Periploca graeca L.	3	62	—	26	30	20	—
Berberis vulgaris L.	10	64	—	10+5	16+9	15+8	—
Carpinus duineusis Scop.	9	45	—	22	24	18	—
Phoenix dactylifera L.	—	93	6·2	6·0	5·5	4·0	—
Ruscus Hypophyllum L.	—	65	2	22	31	22	—
Smilax mauritanica Desf.	7	64	9+8	24	15	9	—
Acer platanoides L.	19	83	19+24	47+37	47+40	44+32	—
Cercis Siliquastrum L.	23	83	20+24	42+40	44+42	40+33	15+8

II. Isometrische Blattwerthe.

Die empirischen Blattwerthe geben die Dimensionen eines Blattes in natürlicher Grösse, und zwar mit jedem beliebigen Grad der Annäherung. Da aber die natürlichen Blätter in den verschiedensten Grössenverhältnissen vorkommen, so sind ihre Formen untereinander nicht unmittelbar auf eine leichte und genaue Weise vergleichbar. Dies wird erzielt, wenn man alle Blattformen auf gleiche Länge reducirt. Es bleiben dadurch die Dimensionen in ihren Verhältnissen unverändert, und man erhält Blattformen, welche den ursprünglichen vollkommen ähnlich sind, durch ihre gleichen Masswerthe aber eine unmittelbare Vergleichung untereinander bis in das kleinste Detail gestatten. Aus vielen praktischen Gründen empfiehlt es sich hiebei eine Länge von 100 Millimetern als Einheit der Blattlängen anzunehmen. Es ist dies nahezu die Länge der mittelgrossen Blätter, also der Mehrzahl aller Blätter, ferner hinreichend gross, um alle Abstufungen der Form deutlich hervortreten zu lassen, und es erscheinen hiebei alle Breitendimensionen in Hundertsteln der Länge ausgedrückt, also in einem bequemen Zahlenverhältniss.

Um nun die empirisch gefundenen Blattwerthe in isometrische, d. h. solche zu einer Blattlänge von 100 Mm. gehörige um-

Download from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zuwandeln, genügt die einfache Multiplication der empirischen Blattwerthe mit der Verhältnisszahl der Längen. Ist L die empirische Blattlänge eines Blattes, so ist 100 Mm. die allen Blättern gleiche isometrische Länge und $x = \frac{100}{L}$ die Verhältnisszahl der Längen. Mit letzterer wird die empirische Blattformel (*EF*) multiplicirt, um in eine isometrische Blattformel (*JF*) verwandelt zu werden. Umgekehrt werden isometrische Blattwerthe durch Division mit der Verhältnisszahl der Längen in die empirischen Werthe umgerechnet. Es bestehen daher die Gleichungen

$$Lx = 100; \quad JF = EF.x; \quad EF = \frac{JF}{x}.$$

Da die Verhältnisszahlen der Längen und deren Producte constante Grössen sind, so lassen sich durch eine Hilfstabelle diese Umrechnungen ganz ersparen. Die hier angeschlossene Tabelle [1] enthält alle Werthe für empirische Blattlängen von 1—100 Mm. Bei Benützung dieser Tabelle suche man zuerst in der obersten horizontalen Reihe die empirische Länge; die Verticalcolumne darunter enthält sodann unter 1 die Verhältnisszahl der Längen, unter 2, 3, 4... deren Producte mit diesen Zahlen, also alle Zahlen, die man bei der Umrechnung der Blattdimensionen bei einer bestimmten Länge braucht. Selbstverständlich lässt sich die Tabelle auch für Blattlängen unter 1 Mm. und über 100 Mm. verwenden. Im ersteren Fall hat man die Blattlänge, sowie die übrigen empirischen Blattwerthe mit 10, 100 oder irgend einer anderen passenden Zahl zu multiplicieren, um Werthe zwischen 1—100 zu erhalten und die Tabelle wie sonst benützen zu können. Bei Blättern, die länger als 100 Mm. sind, dient das umgekehrte Verfahren. Die Länge und alle umzurechnenden empirischen Blattwerthe werden durch 10, 100 oder eine andere passende Zahl dividirt, um Zahlen zwischen 1—100 zu erhalten, und es wird sodann die Tabelle wie gewöhnlich benützt. Da die Breitendimensionen in der Regel kleiner als die Blatt-

[1] Diese sehr handsame Tabelle wurde von Herrn J. Moeller, Professor der Mathematik am Leopoldstädter C. Real- und Obergymnasium in Wien berechnet und mir freundlichst zur Benützung gestattet.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tafel zur Umwandlung empirischer Blattwerthe in isometrische. Für Blattlängen von 1—50 und empirische Blattwerthe von 1—50.

Längen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	Längen
1	100	50·0	33·3	25·0	20·0	16·7	14·3	12·5	11·1	10·0	9·09	8·33	7·69	7·14	6·67	6·25	5·88	5·56	5·26	5·00	4·76	4·55	4·35	4·17	4·00	3·84	3·70	3·57	3·45	3·33	3·23	3·13	3·03	2·91	2·86	2·78	2·70	2·63	2·56	2·50	2·44	2·38	2·33	2·27	2·22	2·17	2·13	2·08	2·04	2·00	1
2	100	66·7	50·0	40·0	33·3	28·6	25·0	22·2	20·0	18·2	16·7	15·4	14·3	13·3	12·5	11·8	11·1	10·5	10·0	9·52	9·09	8·70	8·33	8·00	7·69	7·41	7·14	6·90	6·67	6·45	6·25	6·06	5·88	5·71	5·56	5·41	5·26	5·13	5·00	4·88	4·76	4·65	4·55	4·44	4·35	4·26	4·17	4·08	4·00	2
3	100	75·0	60·0	50·0	42·9	37·5	33·3	30·0	27·3	25·0	23·1	21·4	20·0	18·8	17·6	16·7	15·8	15·0	14·3	13·6	13·0	12·5	12·0	11·5	11·1	10·7	10·3	10·0	9·68	9·38	9·09	8·82	8·57	8·33	8·11	7·89	7·69	7·50	7·32	7·14	6·98	6·82	6·67	6·52	6·38	6·25	6·12	6·00	3
4	100	80·0	66·7	57·1	50·0	44·4	40·0	36·4	33·3	30·8	28·6	26·7	25·0	23·5	22·2	21·1	20·0	19·0	18·2	17·4	16·7	16·0	15·4	14·8	14·3	13·8	13·3	12·9	12·5	12·1	11·8	11·4	11·1	10·8	10·5	10·3	10·0	9·76	9·52	9·30	9·09	8·89	8·70	8·51	8·33	8·16	8·00	4
5	100	83·3	71·4	62·5	55·6	50·0	45·5	41·7	38·5	35·7	33·3	31·3	29·4	27·8	26·3	25·0	23·8	22·7	21·7	20·8	20·0	19·2	18·5	17·9	17·2	16·7	16·1	15·6	15·2	14·7	14·3	13·9	13·5	13·2	12·8	12·5	12·2	11·9	11·6	11·4	11·1	10·9	10·6	10·4	10·2	10·0	5
6	100	85·7	75·0	66·7	60·0	54·6	50·0	46·2	42·9	40·0	37·5	35·3	33·3	31·6	30·0	28·6	27·3	26·1	25·0	24·0	23·1	22·2	21·4	20·7	20·0	19·4	18·8	18·2	17·6	17·1	16·7	16·2	15·8	15·4	15·0	14·6	14·3	14·0	13·6	13·3	13·0	12·8	12·5	12·2	12·0	6
7	100	87·5	77·8	70·0	63·6	58·3	53·8	50·0	46·7	43·8	41·2	38·9	36·8	35·0	33·3	31·8	30·4	29·2	28·0	26·9	25·9	25·0	24·1	23·3	22·6	21·9	21·2	20·6	20·0	19·4	18·9	18·4	17·9	17·5	17·1	16·7	16·3	15·9	15·6	15·2	14·9	14·6	14·3	14·0	7
8	100	88·9	80·0	72·7	66·7	61·5	57·1	53·3	50·0	47·1	44·4	42·1	40·0	38·1	36·4	34·8	33·3	32·0	30·8	29·6	28·6	27·6	26·7	25·8	25·0	24·2	23·5	22·9	22·2	21·6	21·1	20·5	20·0	19·5	19·0	18·6	18·2	17·8	17·4	17·0	16·7	16·3	16·0	8
9	100	90·0	82·8	75·0	69·2	64·3	60·0	56·3	52·9	50·0	47·4	45·0	42·9	40·9	39·1	37·5	36·0	34·6	33·3	32·1	31·0	30·0	29·0	28·1	27·3	26·5	25·7	25·0	24·3	23·7	23·1	22·5	22·0	21·4	20·9	20·5	20·0	19·6	19·1	18·7	18·4	18·0	9
10	100	90·9	83·3	76·9	71·1	66·7	62·5	58·8	55·6	52·6	50·0	47·6	45·5	43·5	41·7	40·0	38·5	37·0	35·7	34·5	33·3	32·3	31·3	30·3	29·4	28·6	27·8	27·0	26·3	25·6	25·0	24·4	23·8	23·3	22·7	22·2	21·7	21·3	20·8	20·4	20·0	10
11	100	91·7	84·6	78·6	73·3	68·8	64·7	61·1	57·9	55·0	52·4	50·0	47·8	45·8	44·0	42·3	40·7	39·3	37·9	36·7	35·5	34·4	33·3	32·4	31·4	30·6	29·7	28·9	28·2	27·5	26·8	26·2	25·6	25·0	24·4	23·9	23·4	22·9	22·4	22·0	11
12	100	92·3	85·7	80·0	75·0	70·6	66·7	63·2	60·0	57·1	54·5	52·2	50·0	48·0	46·2	44·4	42·9	41·4	40·0	38·7	37·5	36·4	35·3	34·3	33·3	32·4	31·6	30·8	30·0	29·3	28·6	27·9	27·3	26·7	26·1	25·5	25·0	24·5	24·0	12
13	100	92·9	86·7	81·3	76·5	72·2	68·4	65·0	61·9	59·1	56·5	54·2	52·0	50·0	48·1	46·4	44·8	43·3	41·9	40·6	39·4	38·2	37·1	36·1	35·1	34·2	33·3	32·5	31·7	31·0	30·2	29·5	28·9	28·3	27·7	27·1	26·5	26·0	13
14	100	93·3	87·5	82·4	77·8	73·7	70·0	66·7	63·6	60·9	58·3	56·0	53·8	51·9	50·0	48·3	46·7	45·2	43·8	42·4	41·2	40·0	38·9	37·8	36·8	35·9	35·0	34·1	33·3	32·6	31·8	31·1	30·4	29·8	29·2	28·6	28·0	14
15	100	93·8	88·2	83·3	78·9	75·0	71·4	68·2	65·2	62·5	60·0	57·7	55·6	53·6	51·7	50·0	48·4	46·9	45·5	44·1	42·9	41·7	40·5	39·5	38·5	37·5	36·6	35·7	34·9	34·0	33·3	32·6	31·9	31·2	30·6	30·0	15
16	100	94·1	88·9	84·2	80·0	76·2	72·7	69·6	66·7	64·0	61·5	59·3	57·1	55·2	53·3	51·6	50·0	48·5	47·1	45·7	44·4	43·2	42·1	41·0	40·0	39·0	38·1	37·2	36·4	35·6	34·8	34·0	33·3	32·7	32·0	16
17	100	94·4	89·5	85·0	81·0	77·3	73·9	70·8	68·0	65·4	63·0	60·7	58·6	56·7	54·8	53·1	51·5	50·0	48·6	47·2	45·9	44·7	43·6	42·5	41·5	40·5	39·5	38·6	37·8	37·0	36·2	35·4	34·7	34·0	17
18	100	94·7	90·0	85·7	81·8	78·3	75·0	72·0	69·2	66·7	64·3	62·1	60·0	58·0	56·3	54·5	52·9	51·4	50·0	48·6	47·4	46·2	45·0	43·9	42·9	41·9	40·9	40·0	39·1	38·3	37·5	36·7	36·0	18
19	100	95·0	90·5	86·4	82·6	79·2	76·0	73·1	70·4	67·9	65·5	63·3	61·3	59·4	57·6	55·9	54·3	52·8	51·4	50·0	48·7	47·5	46·3	45·2	44·2	43·2	42·2	41·3	40·4	39·6	38·8	38·0	19
20	100	95·2	90·9	87·0	83·3	80·0	76·9	74·1	71·4	69·0	66·7	64·5	62·5	60·6	58·8	57·1	55·6	54·1	52·6	51·3	50·0	48·8	47·6	46·5	45·5	44·4	43·5	42·6	41·7	40·8	40·0	20
21	100	95·5	91·3	87·5	84·0	80·8	77·8	75·0	72·4	70·0	67·7	65·6	63·6	61·8	60·0	58·3	56·8	55·3	53·8	52·5	51·2	50·0	48·8	47·7	46·7	45·7	44·7	43·7	42·9	42·0	21
22	100	95·7	91·7	88·0	84·6	81·5	78·6	75·9	73·3	71·0	68·8	66·7	64·7	62·9	61·1	59·5	57·9	56·4	55·0	53·7	52·4	51·2	50·0	48·9	47·8	46·8	45·8	44·9	44·0	22
23	100	95·8	92·0	88·5	85·2	82·1	79·3	76·7	74·2	71·9	69·7	67·6	65·7	63·9	62·2	60·5	59·0	57·5	56·1	54·8	53·5	52·3	51·1	50·0	48·9	47·9	46·9	46·0	23
24	100	96·0	92·3	88·9	85·7	82·8	80·0	77·4	75·0	72·7	70·6	68·6	66·7	64·9	63·2	61·5	60·0	58·5	57·1	55·8	54·6	53·3	52·2	51·1	50·0	49·0	48·0	24
25	100	96·2	92·6	89·3	86·2	83·3	80·6	78·1	75·8	73·5	71·4	69·4	67·6	65·8	64·1	62·5	61·0	59·5	58·1	56·8	55·6	54·3	53·2	52·1	51·0	50·0	25
26	100	96·3	92·9	89·7	86·7	83·9	81·3	78·8	76·5	74·3	72·2	70·3	68·4	66·7	65·0	63·4	61·9	60·5	59·1	57·8	56·5	55·3	54·2	53·1	52·0	26
27	100	96·4	93·1	90·0	87·1	84·4	81·8	79·5	77·1	75·0	73·0	71·1	69·2	67·5	65·9	64·3	62·8	61·4	60·0	58·7	57·4	56·2	55·1	54·0	27
28	100	96·6	93·3	90·3	87·5	84·8	82·4	80·0	77·8	75·7	73·7	71·8	70·0	68·3	66·7	65·1	63·6	62·2	60·9	59·6	58·3	57·1	56·0	28
29	100	96·7	93·5	90·6	87·9	85·3	82·9	80·6	78·4	76·3	74·4	72·5	70·7	69·0	67·4	65·9	64·4	63·0	61·7	60·4	59·2	58·0	29
30	100	96·8	93·8	90·9	88·2	85·7	83·3	81·1	78·9	76·9	75·0	73·2	71·4	69·8	68·2	65·6	65·2	63·8	62·5	61·2	60·0	30
31	100	96·9	93·9	91·2	88·6	86·1	83·8	81·6	79·5	77·5	75·6	73·8	72·1	70·5	67·8	67·4	65·9	64·6	63·3	62·0	31
32	100	97·0	94·1	91·4	88·9	86·5	84·2	82·1	80·0	78·0	76·2	74·4	72·7	71·1	69·6	68·1	66·7	65·3	64·0	32
33	100	97·1	94·3	91·7	89·2	86·8	84·6	82·5	80·5	78·6	76·7	75·0	73·3	71·7	70·2	68·7	67·3	66·0	33
34	100	97·1	91·4	91·9	89·5	87·2	85·0	82·9	81·0	79·1	77·3	75·6	73·9	72·3	70·8	69·4	68·0	34
35	100	97·2	94·6	92·1	89·7	87·5	85·4	83·3	81·4	79·5	77·8	76·1	74·5	72·9	71·4	70·0	35
36	100	97·3	94·7	92·3	90·0	87·8	85·7	83·7	81·8	80·0	78·3	76·6	75·0	73·5	72·0	36
37	100	97·4	94·9	92·5	90·2	88·1	86·0	84·1	82·2	80·4	78·7	77·1	75·5	74·0	37
38	100	97·4	95·0	92·7	90·5	88·4	86·4	84·4	82·6	80·9	79·2	77·6	76·0	38
39	100	97·5	95·1	92·9	90·7	88·6	86·7	84·8	83·0	81·2	79·6	78·0	39
40	100	97·6	95·2	93·0	90·9	88·9	87·0	85·1	83·3	81·6	80·0	40
41	100	97·6	95·3	93·2	91·1	89·1	87·2	85·4	83·7	82·0	41
42	100	97·7	95·5	93·3	91·3	89·4	87·5	85·7	84·0	42
43	100	97·7	95·6	93·5	91·5	89·6	87·8	86·0	43
44	100	97·8	95·7	93·6	91·7	89·8	88·0	44
45	100	97·8	95·7	93·7	91·8	90·0	45
46	100	97·9	95·8	93·9	92·0	46
47	100	97·9	95·9	94·0	47
48	100	98·0	96·0	48
49	100	98·0	49
50	100	50

Empirische Blattwerthe

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

21	22
4·76	4·55
9·52	9·09
14·3	13·6
19·0	18·2
23·8	22·7
28·6	27·3
33·3	31·8
38·1	36·4
42·9	40·9
47·6	45·5
52·4	50·0
57·1	54·5
61·9	59·1
66·7	63·6
71·4	68·2
76·2	72·7
81·0	77·3
85·7	81·8
90·5	86·4
95·2	90·9
100	95·5
22	100
	23

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org

Tafel zur Umwandlung empirischer Blattwerthe in isometrische. **Für Blattlängen von 51—100 und empirische Blattwerthe von 1—100.**

Empirische Blattwerthe

Isometrische Blattwerthe

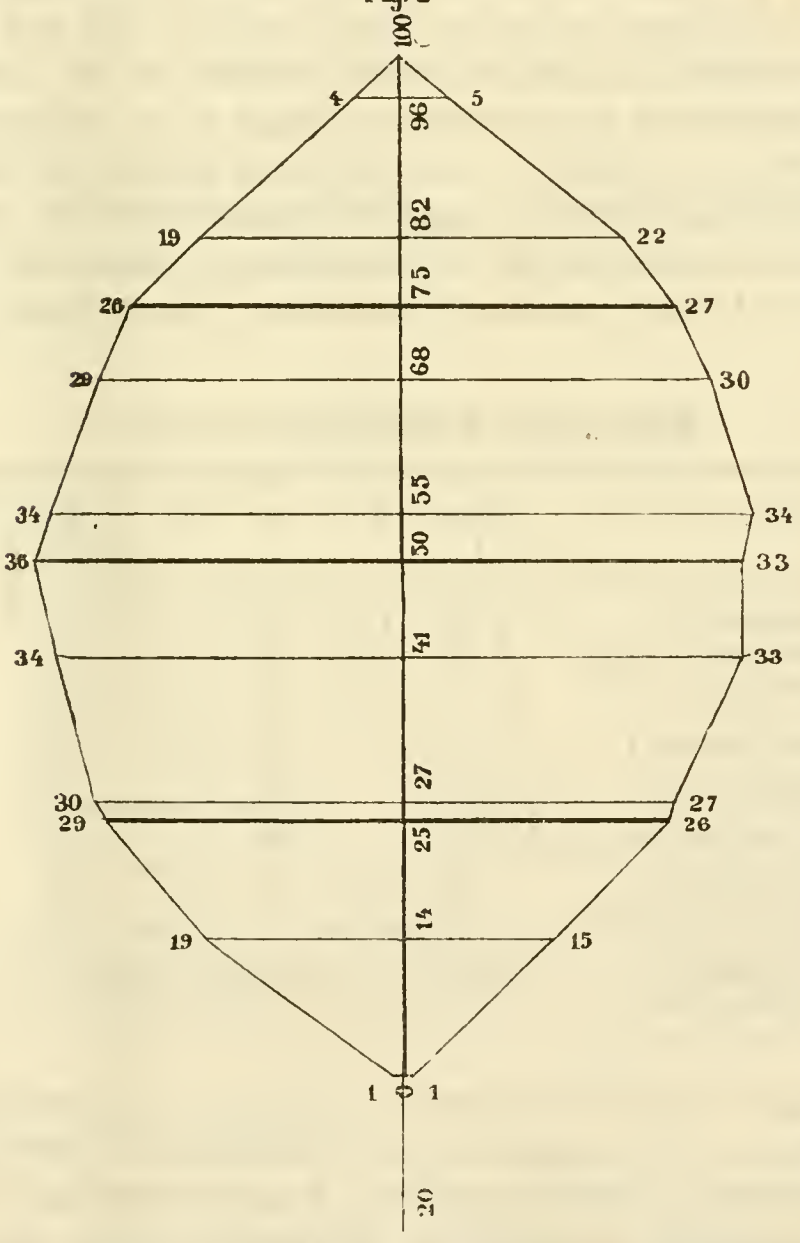
Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

längen sind, so gehen die Zahlen der verticalen Columnen in der Tabelle nur bis 100. Bei besonders querbreiten Blättern übertrifft auch der empirisch gefundene Werth für die Breite die empirisch gefundene Länge und man hat daher in der Tabelle nur diese Differenz aufzusuchen und zur Normallänge (100 Mm.) hinzuzuaddiren.

Mit Benützung der Tabelle ergeben sich für die oben (S. 530 und 531) angeführten empirischen Blattformeln eines Blattes von *Fagus sylvatica* folgende isometrische Werthe (Fig. 2).

Fig. 2



Blatt von *Fagus sylvatica* (Fig. 1) isometrisch dargestellt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

(Formel I.)

Breite	1+1	19+15	30+27	34+33	34+34	29+30	19+22	4+5	0
Länge	0	14	27	41	55	68	82	96	100

(Formel III.)

Breite	1+1	29+26	36+33	26+27	0
Länge	0	25	50	75	100

und

(Formel V.) 20 . 100 . (3 . 55 . 68 . 53 . 0).

Da bei der abgekürzten isometrischen Formel die Werthe von B_0, B_1, B_2, B_3 und B_4 stets der Länge 0, 25, 50, 75 und 100 Mm. entsprechen, so können diese Längen als selbstverständlich ganz entbehrt werden und wegfallen. Ebenso ist die isometrische Länge des ganzen Blattes stets 100 Mm. und daher selbstverständlich. Es empfiehlt sich desshalb, in der isometrischen Formel statt der isometrischen Länge die empirische (*EL*) einzuführen, weil diese zu einer etwaigen Reducirung der isometrischen Blattwerthe in empirische unentbehrlich ist. Es ergeben sich hienach für die S. 7 angeführten empirischen Blattwerthe von 13 österreichischen Holzpflanzen folgende isometrische Werthe:

Isometrische Blattwerthe. (Tafel I.)

Blätter von	*P*	*EL*	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
Taxus baccata L.	4	26	7·0	9·0	10	8·0	—
Hippophaë rhamnoides L.	5	42	2·0	12	12	9·0	—
Elaeagnus augustifolia L.	13	54	2·0	13	14	10	—
Cornus mas L.	12	56	—	47	50	30	—
Rhamnus Frangula L.	20	55	—	54	66	54	—
Periploca graeca L.	5	62	—	43	48	32	—
Berberis vulgaris L.	16	64	—	15+8	25+14	22+13	—
Carpinus duinensis Scop.	20	45	—	49	53	40	—
Phoenix dactylifera L.	—	93	6·4	6·2	5·9	4·3	—
Ruscus Hypophyllum L.	—	65	3	34	48	34	—
Smilax mauritanica Desf.	11	64	13+12	37	23	14	—
Acer platanoides L.	23	83	23+29	57+45	57+48	53+39	—
Cercis Siliquastrum L.	28	83	24+29	51+48	53+51	48+40	18+10

Diese isometrischen Blattwerthe können zur geometrischen Construction der entsprechenden isometrischen Blattformen benützt werden, wie sie die Tafel I zur Anschauung bringt. Zur vollständigen Charakteristik einzelner Blattformen sind aus-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ser obigen Dimensionen noch einige andere, wo es nöthig war, mit aufgenommen. Zur Erläuterung der Darstellung mögen überdies noch folgende Bemerkungen dienen:

1. *Taxus baccata* L. Das nadelförmige gekrümmte Blatt erscheint hier in vierfacher Vergrösserung. Die Längsaxe wurde ausnahmsweise als Tangente, nicht als Sehne des Primärnervs gezogen und dadurch ergibt sich an der Spitze und am Grunde eine Abweichung nach rechts von der Längsaxe des Blattes. Dies, sowie die übrigen Dimensionen des Blattes werden durch folgende genauere Formel ausgedrückt:

	$P.$	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
Isom.	4	0+3+7	3+1+5	5+5	3+1+4	0+6.
Empir.	1	0+0·7+1·8	0·7+0·2+1·2	1·2+1·2	0·7+0·2+1·0	0+1·5.

2. *Hippophaë rhamnoides* L. Die grösste Blattbreite ist emp. $\frac{6}{17}$, isom. $\frac{13}{40}$, die Blattspitze verschmälert sich (emp. $\frac{2}{39}$, isom. $\frac{5}{94}$).

3. *Elaeagnus angustifolia* L. Hier kommen ausser den Normalbreiten noch die Werthe emp. $\frac{4}{5}$ und $\frac{4}{47}$, isom. $\frac{7}{10}$ und $\frac{7}{87}$ in Betracht.

4. *Cornus mas* L. Die in der untern Blatthälfte ausgesprochene stärkere Rundung findet in den Werthen emp. $\frac{18}{7}$ und $\frac{30}{20}$ isom. $\frac{32}{12}$ und $\frac{53}{36}$ ihren Ausdruck.

5. *Rhamnus Frangula* L. Hier sind im 1. und 4. Blattviertel die Werthe emp. $\frac{7}{2}$, $\frac{21}{7}$, $\frac{20}{48}$ und $\frac{7}{53}$, isom. $\frac{13}{3}$, $\frac{39}{12}$, $\frac{36}{87}$ und $\frac{13}{96}$ zur genauern Construction der Blattform erforderlich.

6. *Periploca graeca* L. Die Basis wird durch die Werthe emp. $\frac{6}{2}$, $\frac{12}{4}$, $\frac{17}{7}$, isom. $\frac{9}{3}$, $\frac{19}{6}$, $\frac{28}{12}$ die Blattspitze durch emp. $\frac{12}{54}$, isom. $\frac{19}{87}$ näher charakterisirt.

7. *Berberis vulgaris* L. Ein unsymmetrisches Blatt, dessen Primärnerv stark nach links gekrümmt ist. Die als Sehne des

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Primärnervs gezogene Längsaxe liegt daher rechts und lässt das Blatt noch unsymmetrischer erscheinen, als es ist. Statt der ganzen Breite kann man die vom Primärnerv oder besser von der Längsaxe links und rechts liegenden Blatthälften, oder noch genauer die Werthe für die vom Primärnerv links liegende Blatthälfte, für die Entfernung des Primärnervs von der Längsaxe, so wie endlich für die von der Längsaxe rechts liegende Blatthälfte einsetzen, wodurch sich die meisten Breiten in 3 Summanden zerlegen. Die genaueren und erweiterten Formeln für dieses Blatt lauten daher:

EF. $\frac{1}{0} \cdot \frac{2+1}{8} \cdot \frac{2+1+1}{10} \cdot \frac{5+2+2}{13} \cdot \frac{8+2+5}{16} \cdot \frac{12+3+7}{24} \cdot \frac{13+3+9}{32} \cdot \frac{13+2+8}{48} \cdot \frac{5+5}{60} \cdot \frac{0}{64}$.

JF. $\frac{1 \cdot 5}{0} \cdot \frac{3+1 \cdot 5}{13} \cdot \frac{3+1 \cdot 5+1 \cdot 5}{16} \cdot \frac{8+3+3}{20} \cdot \frac{12+3+8}{25} \cdot \frac{18+5+11}{37} \cdot \frac{20+5+14}{50} \cdot \frac{19+3+13}{75} \cdot \frac{8+8}{94} \cdot \frac{0}{100}$.

8. *Carpinus duinensis* Scop. Die abgestumpfte Basis wird durch emp. $\frac{10}{2}$, isom. $\frac{24}{4}$ näher bestimmt.

9. *Phoenix dactylifera* L. Die Spitze eines Fiederblättchens, deren empirische Länge 93 ist, wesshalb die isometrischen Werthe von den empirischen nur wenig abweichen. Die Verjüngung der äussersten Spitze wird durch emp. $\frac{2 \cdot 0}{86}$, isom. $\frac{2 \cdot 1}{92}$ näher bestimmt.

10. *Ruscus Hypophyllum.* L. Die Zuspitzung dieses blattartigen Zweiges nach oben und unten wird durch die Werthe emp. $\frac{4}{4}, \frac{8}{8}, \frac{10}{58}, \frac{3}{63}$, isom. $\frac{6}{6}, \frac{12}{12}, \frac{15}{89}, \frac{5}{95}$ ausgedrückt.

11. *Smilax mauritanica* Desf. Die Grösse der Abstumpfung und Ausbuchtung an der Basis ergibt sich durch emp. $\frac{12+8}{1}$, isom. $\frac{18+12}{2}$ und durch $\frac{0}{3}$ emp. $= \frac{0}{5}$ isom. für die Länge (Höhe) der Bucht. Die Länge des ganzen Blattes ist daher eigentlich emp. 3+61, isom. 5+95. Der Werth $\frac{28}{5}$ emp., $\frac{43}{8}$ isom., dient zur weitern Charakteristik der Basis, so wie die Werthe

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

emp. $\frac{5}{56}$, $\frac{3}{61}$, $\frac{2+0}{64}$; isom. $\frac{8}{86}$, $\frac{5}{94}$, $\frac{3+0}{100}$ zur Charakteristik der verjüngten und umgebogenen Spitze.

12. *Acer platanoides.* L. An dieser schönen Blattform ist die phyllometrische Bestimmung eines gelappten Blattes durch ein umschriebenes Polygon zu ersehen. Die Basis, senkrecht auf die Richtung des Primärnervs gibt die wahre Orientirung und Abstumpfung, so wie die durch das ganze Polygon gezogenen horizontalen, die wahren Breiten. Das Blatt ist zugleich unsymmetrisch, die linke Blatthälfte stärker entwickelt, als die rechte. Es ist leicht durch eine erweiterte phyllometrische Formel die Endpunkte aller Lappen und Zähne und ebenso die tiefsten Punkte aller Buchten festzustellen. Bezeichnet man die 7 Lappen, in welche die 7 Basalnerven endigen, von unten links beginnend mit VI, IV, II, I, III, V, VII und eben so die zu jedem Lappen gehörigen Zähne, abwechselnd links und rechts mit den Buchstaben *a*, *b*, *c*, *d*, so erhält man 22 hervorragende Punkte mit ebenso vielen dazwischen liegenden Buchten.

Für dieselben ergeben sich folgende empirische und isometrische Werthe:

Spitzen und Buchten des Blattes von Acer platanoides L. (Taf. I.)

	VI.		IV*b*.		IV*a*.		IV.		II*c*.		II*a*.	
EF.	$\frac{0}{15}$ ·	$\frac{19}{0}$ ·	$\frac{18}{10}$ ·	$\frac{32}{4}$ ·	$\frac{29}{10}$ ·	$\frac{36}{13}$ ·	$\frac{35}{14}$ ·	$\frac{47}{18}$ ·	$\frac{31}{28}$ ·	$\frac{47}{42}$ ·	$\frac{40}{47}$ ·	$\frac{43}{55}$ ·
IF.	$\frac{0}{18}$ ·	$\frac{23}{0}$ ·	$\frac{22}{12}$ ·	$\frac{39}{5}$ ·	$\frac{35}{12}$ ·	$\frac{43}{16}$ ·	$\frac{42}{17}$ ·	$\frac{57}{22}$ ·	$\frac{37}{34}$ ·	$\frac{57}{51}$ ·	$\frac{48}{57}$ ·	$\frac{52}{66}$ ·

	II.		II*b*.		II*d*.		I*c*.		I*a*.		I.	
EF.	$\frac{40}{58}$ ·	$\frac{44}{67}$ ·	$\frac{35}{62}$ ·	$\frac{34}{63}$ ·	$\frac{31}{62}$ ·	$\frac{31}{68}$ ·	$\frac{15}{54}$ ·	$\frac{15}{74}$ ·	$\frac{9}{70}$ ·	$\frac{5}{78}$ ·	$\frac{4}{76}$ ·	$\frac{0}{83}$ ·
IF.	$\frac{48}{70}$ ·	$\frac{53}{81}$ ·	$\frac{42}{75}$ ·	$\frac{41}{76}$ ·	$\frac{37}{75}$ ·	$\frac{37}{82}$ ·	$\frac{18}{65}$ ·	$\frac{18}{89}$ ·	$\frac{11}{84}$ ·	$\frac{6}{94}$ ·	$\frac{5}{92}$ ·	$\frac{0}{100}$ ·

	I*b*.		I*d*.		III*a*.		III.		III*b*.		V.	
EF.	$\frac{2}{75}$ ·	$\frac{4}{76}$ ·	$\frac{8}{69}$ ·	$\frac{11}{73}$ ·	$\frac{11}{53}$ ·	$\frac{21}{63}$ ·	$\frac{24}{59}$ ·	$\frac{32}{64}$ ·	$\frac{30}{52}$ ·	$\frac{39}{47}$ ·	$\frac{28}{36}$ ·	$\frac{41}{28}$ ·
IF.	$\frac{3}{90}$ ·	$\frac{5}{92}$ ·	$\frac{10}{83}$ ·	$\frac{14}{88}$ ·	$\frac{13}{64}$ ·	$\frac{25}{76}$ ·	$\frac{29}{71}$ ·	$\frac{39}{77}$ ·	$\frac{36}{63}$ ·	$\frac{47}{57}$ ·	$\frac{34}{43}$ ·	$\frac{49}{34}$ ·

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

	Va.		Vb.		VII.		VIIa.		
EF.	$\frac{33}{23}$	$\frac{34}{21}$	$\frac{30}{19}$	$\frac{34}{15}$	$\frac{20}{12}$	$\frac{24}{4}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{1}{15}$
IF.	$\frac{40}{28}$	$\frac{41}{25}$	$\frac{36}{23}$	$\frac{41}{18}$	$\frac{24}{14}$	$\frac{29}{5}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{1}{18}$.

Die erweiterte Formel gibt auch die Länge und Richtung der 7 Basalnerven und der von diesen und der Hauptaxe eingeschlossenen 8 Winkel. Diese letzteren sind von unten links an gezählt 51, 43, 47, 39, 33, 39, 42 und 66°. Die Bucht am Grunde des Blattes zwischen den beiden äussersten Basalnerven VI und VII ist $51+66 = 117°$ gross.

13. *Cercis Siliquastrum* L. Ein rundliches an der Spitze und an der Basis ausgebuchtetes unsymmetrisches Blatt. Der Primärnerv muss beiderseits verlängert werden und die auf den verlängerten Primärnerv gefällten Senkrechten geben das Mass der Abstumpfung und Ausbuchtung an der Spitze und Basis, wo auch die Unsymmetrie der Blattform am meisten hervortritt. Durch die Hilfslinie emp. $\frac{27+14}{79}$, isom. $\frac{32+17}{95}$ wird die Spitze näher charakterisirt; ebenso durch emp. $\frac{20+32}{4}$, $\frac{28+33}{10}$, $\frac{38+36}{16}$; isom. $\frac{24+37}{5}$, $\frac{34+40}{12}$, $\frac{46+43}{19}$ die Basis dieses Blattes, welches gleich dem Vorigen zu den querbreiten bereits gehört.

Die isometrischen Blattwerthe haben den grossen Vortheil, dass sie bei aller Ähnlichkeit mit den empirischen nur in den Breitendimensionen untereinander abweichen und Breiten besitzen, welche in Hunderttheilen der Länge ausgedrückt sind, daher sich sehr leicht unmittelbar vergleichen lassen. Alle denkbaren Blattformen zerfallen dadurch in eine beschränkte und bestimmte Anzahl von Grundformen, deren Charakter in einem gewissen Verhältniss der Breitendimensionen liegt. Jede Grundform gestattet aber wieder zahlreiche Nebenformen, die von der linearen bis zur kreisrunden und selbst bis zur querbreiten Form allmälig übergehen. Während demnach vom allgemein morphologischen Standpunkt nur ein einfacher Über-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gang von der linearen zur kreisrunden Blattform angenommen wird, vollzieht sich derselbe vielmehr auf achtfache Weise.

Zur Bestimmung der Grundform ist die Lage des grössten Breitendurchmessers massgebend. Derselbe liegt in der grossen Mehrzahl der Fälle in der Mitte des Blattes; er kann aber auch am Grunde oder selbst an der Spitze des Blattes, am Ende des ersten oder des dritten Blattviertels liegen. Bestimmt man also die oben festgestellten Normalbreiten B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 eines Blattes in den entsprechenden isometrischen Blattlängen von 0, 25, 50, 75 und 100 Mm., so erhält man den Grundplan, nach welchem das Blatt gebaut ist. Man kann hier zunächst davon absehen, ob der grösste Breitendurchmesser factisch mit den Normalbreiten zusammenfällt, oder wie es häufig der Fall ist, zwischen denselben liegt, weil auch in diesem Falle das Verhältniss, wenngleich etwas abgeschwächt, in den Normalbreiten erscheint. Sind mehrere Normalbreiten gleich, so ist meist die unterste, von der Basis des Blattes aus gerechnet, die massgebende. Ist die grösste Normalbreite in B_2, also in der Blattmitte, so ist zunächst darauf zu sehen, ob die Normalbreiten B_1 und B_3 gleich oder ungleich sind, in welchem letztern Fall das Blatt gegen die Spitze oder gegen den Grund sich erweitert.

Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse lassen sich acht Grundformen von Blättern unterscheiden, welche folgendes Schema bilden:

A. Der grösste Breitendurchmesser liegt in der Mitte des Blattes ($B_2 > B_1$; $B_2 > B_3$).

a. Die Breitendurchmesser im 1. und 3. Blattviertel sind gleich ($B_1 = B_3$).

1. Elliptische Blattform; die Breitendurchmesser im 1. und 3. Blattviertel sind grösser als der halbe Breitendurchmesser der Mitte (B_1 u. $B_3 > {}^1/_2 B_2$).

2. Rhombische Blattform; die Breitendurchmesser im 1. und 3. Blattviertel sind gleich oder kleiner als der halbe Breitendurchmesser der Mitte (B_1 u. $B_3 =$ oder $< {}^1/_2 B_2$).

b. Die Breitendurchmesser im 1. und 3. Blattviertel sind ungleich.

Download from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

3. Eiförmige Blattform; der Breitendurchmesser im 1. Blattviertel ist grösser als der im 3. ($B_1 > B_3$).

4. Verkehrt-eiförmige Blattform; der Breitendurchmesser im 1. Blattviertel ist kleiner als der im 3. ($B_1 < B_3$).

B. Der grösste Breitendurchmesser liegt nicht in der Mitte des Blattes (B_0 oder B_1, B_3 oder $B_4 > B_2$).

5. Deltoidische Blattform; der grösste Breitendurchmesser liegt im 1. Blattviertel ($B_1 > B_2$).

6. Verkehrt-deltoidische Blattform; der grösste Breitendurchmesser liegt im 3. Blattviertel ($B_3 > B_2$).

7. Dreieckige Blattform; der grösste Breitendurchmesser liegt am Grunde des Blattes ($B_0 > B_2$).

8. Verkehrt-dreieckige Blattform; der grösste Breitendurchmesser liegt an der Spitze des Blattes ($B_4 > B_2$).

Der grösste Breitendurchmesser ist bei allen acht Grundformen eine sehr variable Grösse. Er kann unter 1 Millimeter herabsinken, er kann aber auch 100 Mm., d. h. so viel als die Blattlänge und darüber betragen. Jede Grundform enthält daher sehr schmale und sehr breite Blätter. Die Erfahrung lehrt, dass gerade das Verhältniss der Breite zur Länge ein sehr wichtiges ist, und an Wichtigkeit oft die Grundform selbst übertrifft. Bei den isometrischen Blattwerthen und Blattformen ist nun gerade das Verhältniss der Breite in Hundertsteln der Länge mit grösster Schärfe bestimmbar und ausgedrückt. Für viele Zwecke wird es genügen, die Breite im Verhältniss zur Länge nicht bis auf 1 Hundertstel genau anzugeben; es empfiehlt sich daher für praktische Zwecke, Breitenunterschiede der Blattformen nur annähernd etwa von 20 zu 20 Hundertsteln, d. i. in Fünfteln der Blattlänge anzugeben. Führt man noch überdies einfache Symbole zur Bezeichnung der Grundformen ein, so lassen sich die Blattformen ihrer Grundform und ihrer Breite nach sehr kurz und anschaulich bezeichnen. Benennt man z. B. die acht Grundformen der Blätter in der oben angeführten Reihe mit *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* und *H* und die Breitenunterschiede von je 20 Mm. mit den Indices 1, 2, 3, 4, 5 und 6, so erhält man 48 scharf in Form und

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Breite verschiedene Blatttypen, die durch einfache Symbole ausgedrückt werden können. So ist das S. 535 beschriebene Buchenblatt, dessen isometrische Formel 3.55.68.53.0 lautet, durch das Symbol C_4 als ein eiförmiges Blatt, dessen grösster Breitendurchmesser zwischen 60—80 liegt, für viele Fälle hinreichend scharf charakterisirt. Ähnlich erklären sich die Symbole der S. 546 angeführten isometrischen Blattwerthe österreichischer Holzpflanzen. Man kann aber auch in der beschreibenden Botanik das Breitenverhältniss der Blätter viel schärfer formuliren, indem man die entsprechenden Ausdrücke mit den isometrischen Blattwerthen in Verbindung bringt. So haben

echt lineare Blätter	eine	isometrische	Breite	bis	1	Mm.		
sehr schmale	„	„	„	von	1	—	10	Mm.
schmale	„	„	„	„	10	—	20	„
mittelbreite	„	„	„	„	20	—	40	„
breite	„	„	„	„	40	—	60	„
sehr breite	„	„	„	„	60	—	80	„
rundliche	„	„	„	„	80	—	100	„
querbreite	„	„	„	„	mehr als		100	„

Die Tafel II enthält eine schematische Darstellung der 8 Grundformen der Pflanzenblätter in isometrischen Werthen, zugleich mit den 48 typischen Breitenabänderungen derselben. Sie enthält überdies noch die Breitenwerthe aller 8 Grundformen bei einem grössten Breitendurchmesser von 20, 40, 60, 80 und 100 Mm. Unterscheidet man die Breiten bis auf Millimeter genau, so hat man sogar 800 in Form und Breitenverhältnissen verschiedene Blatttypen. Aus dieser schematischen Darstellung ergeben sich auch für jeden Breitentypus die entsprechenden genauen Normalbreiten, wie sich auch folgende Übersicht für den Blatttypus von 100 Mm. im grössten Breitendurchmesser daraus ergibt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Normalwerthe der Breiten bei einem grössten Breitendurchmesser von 100 Mm.

Blattform	Symbol	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
Elliptisch	A_5	0	86·6	100	86·6	0
Rhombisch	B_5	0	50	100	50	0
Eiförmig	C_5	0	86·6	100	50	0
Verkehrt-eiförmig	D_5	0	50	100	86·6	0
Deltoidisch	E_5	0	100	66·7	33·3	0
Verkehrt-deltoidisch	F_5	0	33·3	66·7	100	0
Dreieckig	G_5	100	75	50	25	0
Verkehrt-dreieckig	H_5	0	25	50	75	100

Hieraus ergibt sich im Allgemeinen, dass die Normalwerthe der Breiten für Einen Millimeter, Hundertstel der obigen Normalwerthe der einzelnen Blattformen sind, und dass man für jeden beliebigen Werth der grössten Breite die übrigen Breitenwerthe findet, wenn man die Normalwerthe der Breiten für Einen Millimeter mit dem Werth der grössten Breite multiplicirt. Hiedurch ergeben sich die Anomalien einer bestimmten Blattform von der für eine bestimmte grösste Breite normalen Form. Beispielsweise hat das S. 536 beschriebene Buchenblatt

	B_1	B_2	B_3
für die Breiten			
die isometrischen Werthe	55	68	53

und daher den Blatttypus C_4. Für diesen und die grösste Breite 68 aber ist der Normalwerth . . . . . $68 \times (0{\cdot}86 \,.\, 1{\cdot}00 \,.\, 0{\cdot}50)$

d. i.	58·8 .	68 .	34
und die Anomalie des vorliegenden Blattes	—3·8 ·	0 .	+19

Da hier die Differenz der isometrischen Breiten B_1 und B_3 nur 2 Mm. ist, so sieht man, dass dieser Blatttypus nur wenig von dem Blatttypus A_4, d. h. die eiförmige Blattform von der elliptischen abweicht. Bestimmt man nun den Normalwerth eines elliptischen Blattes, dessen grösste Breite $B_2 = 68$ ist, so erhält man

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

für die Breiten	B_1	B_2	B_3
dieses elliptischen Blattes die Normalwerthe	58·8	68	58·8
und die Anomalien des vorliegenden Blattes nur	—3·8	0	—5·8

Es zeigt sich also durch Berechnung der Anomalien erst die Eigenthümlichkeit des Blattes in voller Schärfe und da hier die Anomalien der Breiten B_1 und B_3 für die elliptische Blattform zusammen nur 9·6 Mm., hingegen für die eiförmige Blattform 21·8 Mm. beträgt, so wird man das fragliche Blatt eher als ein elliptisches zum eiförmigen Blatttypus abweichendes (also als eiförmig-elliptisch mit dem Symbole CA_4), als umgekehrt als ein elliptisch-eiförmiges mit dem Symbole AC_4 erkennen und bezeichnen. In dieser Beziehung zeigen mehrere Blätter der Tafel I, als *Taxus baccata*, *Hippophaë rhamnoides*, *Elaeagnus angustifolia*, *Carpinus duinensis*, *Acer platanoides* und *Cercis Siliquastrum* bei Berechnung der Anomalien ähnliche Verhältnisse und können als Combinationen zweier verwandter Blattformen betrachtet und als solche benannt und bezeichnet werden.

Die grössten Anomalien geben die Breiten B_0 und B_4, d. h. Grund und Spitze des Blattes bei allen Blattformen, wo hier eine bedeutendere Abstumpfung oder Ausbuchtung vorliegt. Die Tafel I gibt auch in dieser Beziehung mehrere Beispiele, so das Blatt von *Smilax mauritanica*, *Acer platanoides* und *Cercis Siliquastrum*, letzteres am Grunde und an der Spitze ausgebuchtet. An diesen Beispielen ist auch zu ersehen, wie die Abstumpfung consequent mit der Annahme des Primärnervs als Längsaxe zu messen und als horizontale Abscisse am Grunde und an der Spitze des Blattes (auf den Punkten L_0 und L_{100}) aufzutragen ist.

Folgende Übersicht der Anomalien der auf Tafel I dargestellten Blattformen zeigt ferner, wie gering dieselben bei richtig erkannter Blattform in den Breiten B_1, B_2 und B_3 sind, und wie die Blattform sich durch Zifferwerthe, Symbole und scharf definirbare Ausdrücke genau charakterisiren lasse. Bei den Symbolen kann auch die Abstumpfung an der Basis oder an der Spitze durch einen Querstrich unter oder ober dem Symbol deutlich gemacht werden. Statt der nur annähernden Bezeichnung der Breiten durch die Indices A_1, A_2, A_3... lassen sich

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

die grössten Breiten nach Millimetern genau in Form von Coëfficienten vor dem Symbol anbringen, so dass beispielsweise ein Blatt $10\underline{A}$ ein elliptisches in der Mitte 10 Mm. breites Blatt ausdrückt. Bei den zwischen zwei Blattformen schwankenden Blättern sind die Anomalien für beide Blattformen berechnet in der Übersicht zur Vergleichung aufgenommen.

Anomalien der auf der Tafel I dargestellten Blattformen.

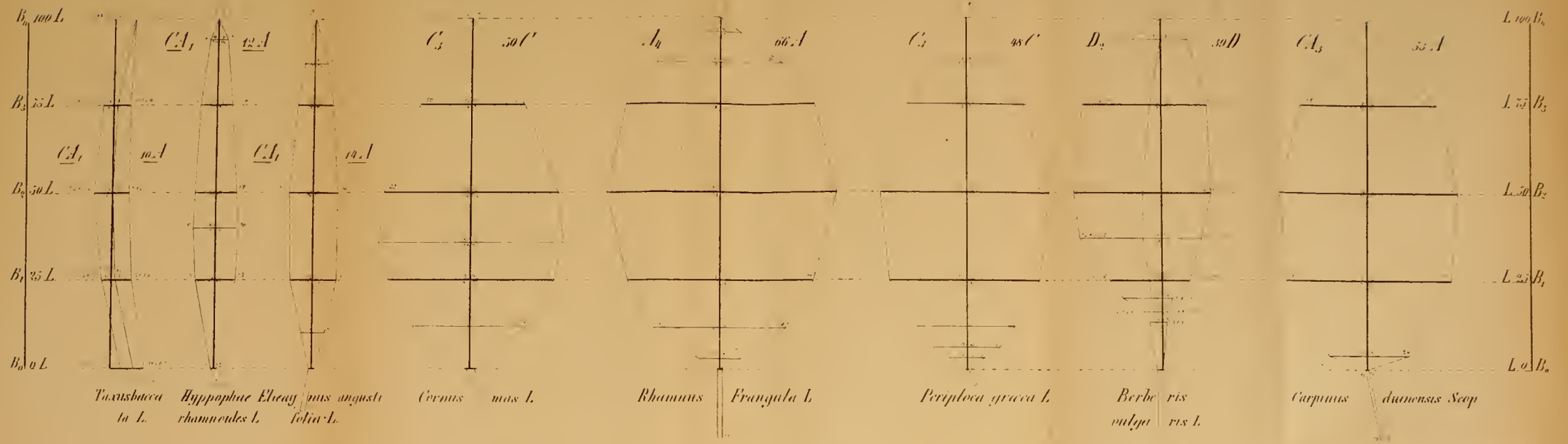
Blätter von	Symbol mit		Anomalien				
	Coëff.	Indic.	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4
Taxus baccata L. für C_1	$10\underline{C}$	$\underline{CA_1}$	+7·0	+0·4	0	+3·0	0
für A_1	$10\underline{A}$	$\underline{CA_1}$	+7·0	+0·4	0	−0·7	0
Hippophaë rhamnoides L. für E_1	$12\underline{C}$	$\underline{CA_1}$	+2·0	+1·6	0	+3·0	0
Hippophaë rhamnoides L. für A_1	$12\underline{A}$	$\underline{CA_1}$	+2·0	+1·6	0	−1·4	0
Elaeagnus angustifolia L. für C_1	$14\underline{C}$	$\underline{CA_1}$	+2·0	+0·8	0	+3·0	0
Elaeagnus angustifolia L. für A_1	$14\underline{A}$	$\underline{CA_1}$	+2·0	+0·8	0	−2·2	0
Cornus mas L.	$50\underline{C}$	$\underline{C_3}$	0	+3·7	0	+5·0	0
Rhamnus Frangula L.	$66\underline{A}$	$\underline{A_4}$	0	−3·1	0	−3·1	0
Periploca graeca L.	$48\underline{C}$	$\underline{C_3}$	0	+1·4	0	+8·0	0
Berberis vulgaris L.	$39\underline{D}$	$\underline{D_2}$	0	+3·5	0	+1·2	0
Carpinus duinensis Scop. für C_3	$53\underline{C}$	$\underline{CA_3}$	0	+3·1	0	+13·5	0
Carpinus duinensis Scop. für A_3	$53\underline{A}$	$\underline{CA_3}$	0	+3·1	0	−5·9	0
Phoenix dactylifera L.	$6{\cdot}4\underline{G}$	$\underline{G_1}$	0	+1·4	+2·7	+2·7	0
Ruscus Hypophyllum L.	$48\underline{A}$	$\underline{A_3}$	+3	+7·6	0	+7·6	0
Smilax mauritanica Desf.	$37\underline{E}$	$\underline{E_2}$	+25	0	−1·7	+1·7	0
Acer platanoides L. für C_6	$105\underline{C}$	$\underline{CA_6}$	+52	+11·1	0	+39·5	0
Acer platanoides L. für A_6	$105\underline{A}$	$\underline{CA_6}$	+52	+11·1	0	−1·1	0
Cercis Siliquastrum L. für C_6	$104\underline{C}$	$\underline{CA_6}$	+53	+9·0	0	+36·0	+28
Cercis Siliquastrum L. für A_6	$104\underline{A}$	$\underline{CA_6}$	+53	+9·0	0	−2·0	+28

Mit der Betrachtung der Anomalien schliesst vorläufig gegenwärtige kurze Skizze einer allgemeinen Phyllometrie ab. Es dürfte aber auch aus dieser Skizze schon erhellen, dass die phyllometrische Methode die vielseitigste Verwendung zunächst in der Morphologie der Pflanzenblätter gestattet. Die empirischen und isometrischen Blattwerthe, mögen sie durch Zahlen oder Linien ausgedrückt sein, geben scharfe und genaue Ausdrücke für die Blattformen, und machen diese erst unter einander streng vergleichbar. Dadurch lässt sich jedes einzelne Blatt scharf charakterisiren und seine Unterschiede von andern verwandten Blattformen genau feststellen. Hiedurch wird es aber erst mög-

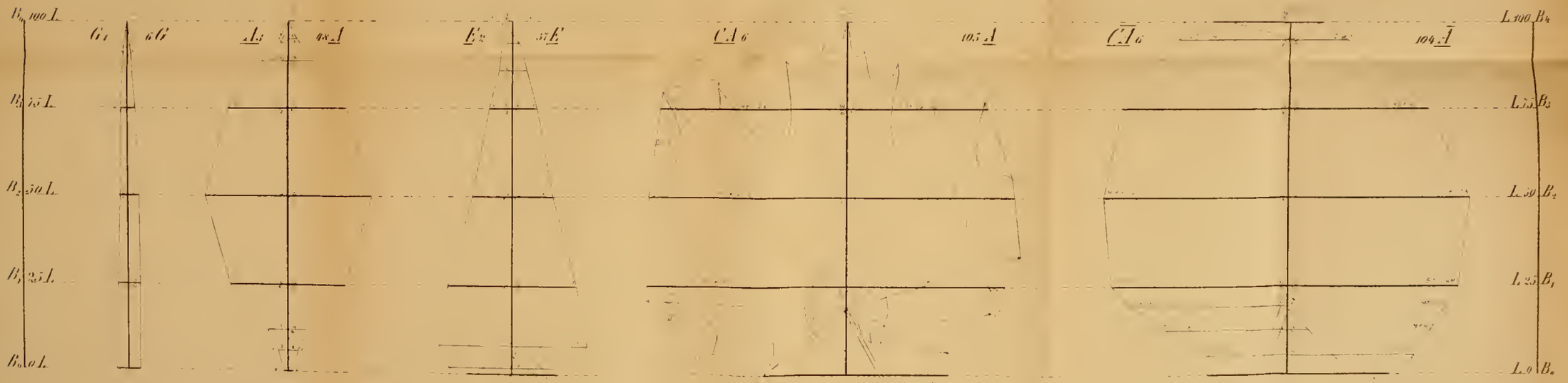
The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Isometrische Blattformen.

Die in A. Pokorny's Holzpflanzen Österreichs p. 433 abgedruckten Pflanzenblätter isometrisch dargestellt



Taxus baccata L. — *Hyppophae Elaeagnus angustifolia L.* — *Cornus mas L.* — *Rhamnus Frangula L.* — *Periploca graeca L.* — *Berberis vulgaris L.* — *Carpinus duinensis Scop.*



Phoenix dactylifera L. — *Ruscus Hypophyllum L.* — *Smilax mauritanica Desf.* — *Acer platanoides L.* — *Cercis Siliquastrum L.*

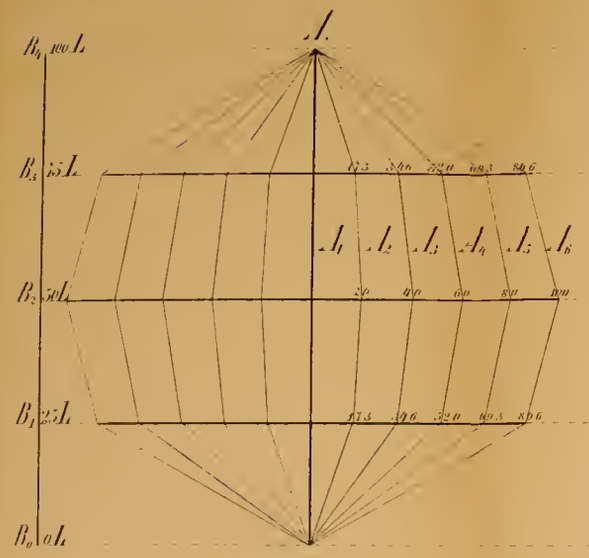
Die horizontal angeschriebenen Zahlen bedeuten Breiten die vertikal angeschriebenen Langen. Die Zahlen links von der Langsaxe des Blattes sind empirische, die Zahlen rechts von der Langsaxe isometrische Werthe in Millimetern.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

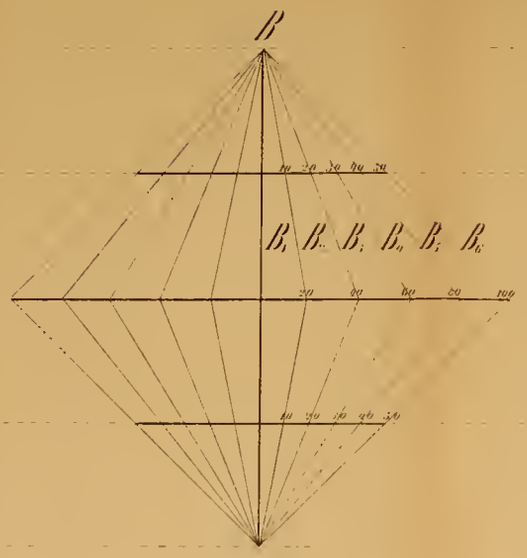
 The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die acht Grundformen der Pflanzenblätter

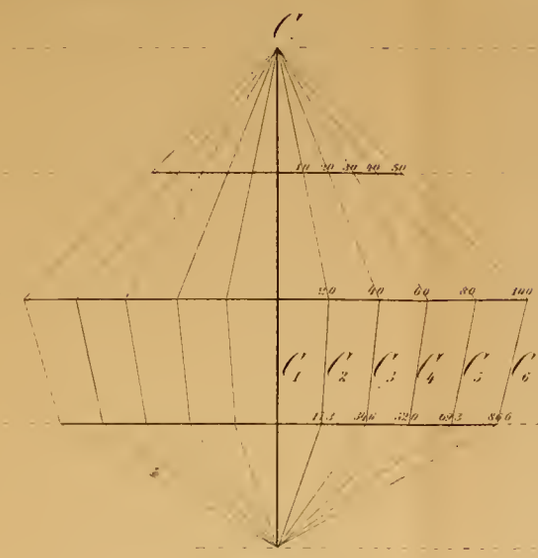
in isometrischen Werthen.



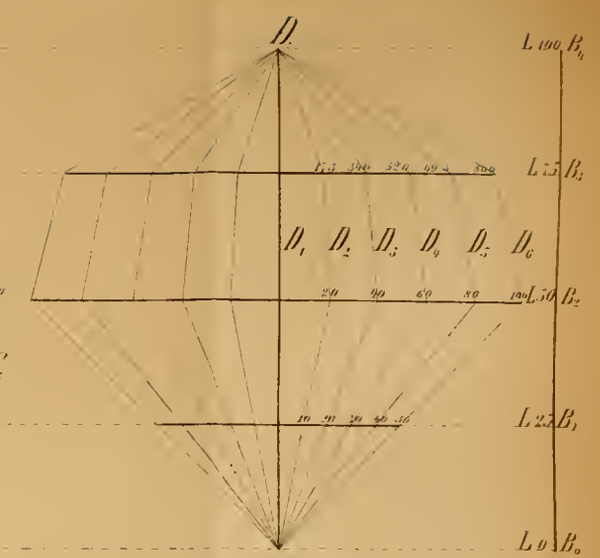
Elliptisch.



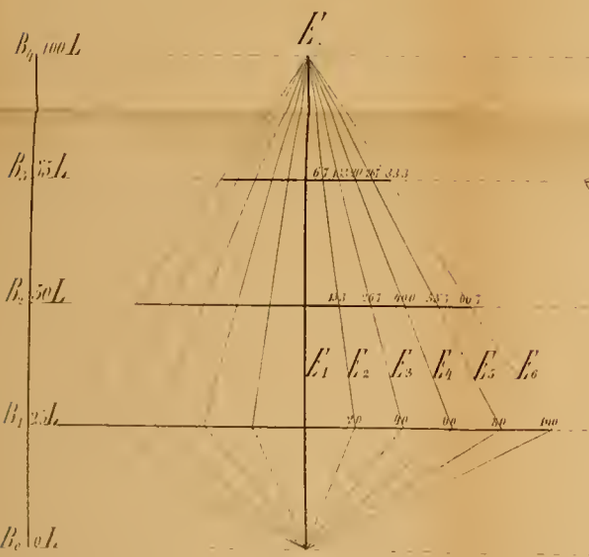
Rhombisch



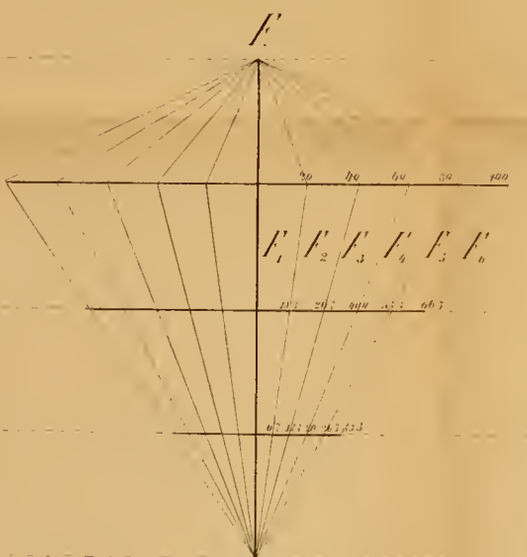
Eiförmig



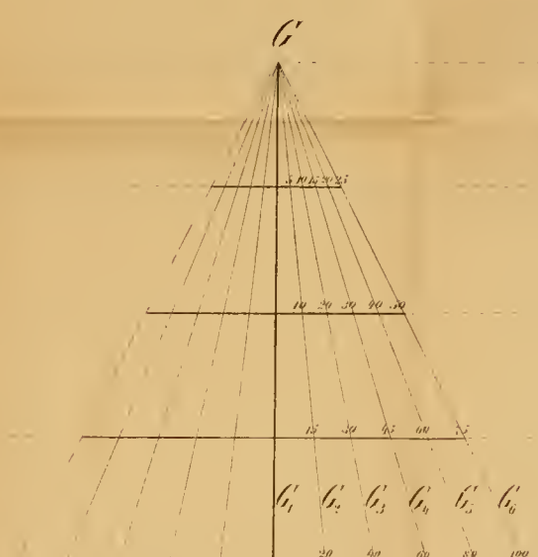
Verkehrt eiförmig



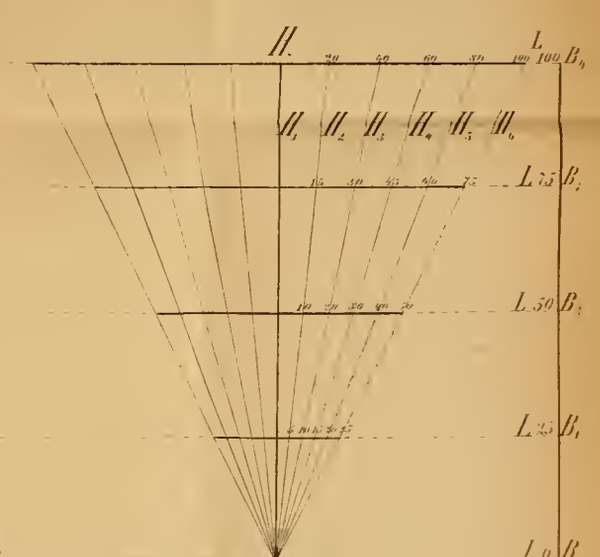
Deltoidisch



Verkehrt-deltoidisch



Dreieckig



Verkehrt dreieckig.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

lich, die Veränderlichkeit der Blattform unter allen Verhältnissen zu studiren. Ein und dasselbe Blatt in verschiedenen Entwicklungsstadien, die Blätter desselben Sprosses, derselben Pflanze und derselben Art weichen von einander mehr oder weniger ab. Den Grad dieser Abweichung näher zu bestimmen, ist die phyllometrische Methode ganz besonders geeignet. Ebenso wird durch sie erst eine strenge Vergleichung der Blattformen verschiedener Arten möglich. Nach allen diesen Richtungen hin verwerthet, dient die Phyllometrie nicht nur der Charakteristik der Blattformen, sondern führt in vielen Fällen zur Erkenntniss des ursächlichen Zusammenhanges der Blattform mit der Ernährung und Abstammung. Den Beweis hievon können jedoch nur einzelne phyllometrische Detailarbeiten liefern, sowie diese überhaupt der Prüfstein der ganzen Methode sein müssen.